

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Magnetic materials –

Part 17: Methods of measurement of the magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester and an optical sensor

Matériaux magnétiques –

Partie 17: Méthodes de mesure des caractéristiques de magnétostriction des bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés au moyen d'un essai sur tôle unique et d'un capteur optique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 29.030

ISBN 978-2-8322-4186-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General principles	9
4.1 Principle of the method	9
4.2 Test specimen	11
4.3 Test apparatus.....	12
4.3.1 General	12
4.3.2 Yoke	12
4.3.3 Windings	13
4.3.4 Bridge.....	14
4.3.5 Optical sensor	15
4.3.6 Optical target.....	16
4.3.7 Clamp.....	16
4.3.8 End stop	17
4.3.9 Flat glass plate	17
4.4 Air flux compensation.....	18
4.5 Power supply	18
4.6 Measuring instruments.....	18
5 Measurement procedure	20
5.1 Principle of measurement.....	20
5.2 Preparation of measurement.....	20
5.3 Adjustment of power supply	22
6 Determination of characteristics.....	22
6.1 Determination of the magnetic polarization $J(t)$	22
6.2 Determination of the magnetostriction strain $\lambda(t)$	22
6.3 Determination of the butterfly loop	23
6.4 Determination of the peak-to-peak value λ_{p-p} and the zero-to-peak value λ_{0-p}	23
7 Reproducibility of the measurement of the peak-to-peak value λ_{p-p}	23
8 Test report.....	24
Annex A (normative) Requirements of the test apparatus for measurements of the magnetostriction characteristics	25
A.1 General.....	25
A.2 Correct setting of the base length of the magnetostriction measurement.....	25
A.3 Strict control of the sinusoidal magnetic polarization	26
A.4 Isolation of the test apparatus from external noise	26
A.5 Control of the frictional force acting on the test specimen	28
A.6 Suppression of out-of-plane vibrations of the test specimen.....	29
A.7 Avoidance of resonances in the test specimen and the test apparatus	30
A.8 Calibration and verification of the test apparatus.....	30
Annex B (informative) Measurements of the magnetostriction characteristics under an externally applied compressive stress	33
B.1 General.....	33

B.2	Test specimen	33
B.3	Test apparatus.....	33
B.4	Measurement procedure	34
B.5	Determination of characteristics	34
Annex C (informative) Air flux compensation by digital means.....		36
Annex D (informative) Sinusoidal waveform control of the induced secondary voltage by digital means.....		37
Annex E (informative) Magnetostriction characteristics for the acoustic design of power transformers		39
E.1	Transformer no-load noise/sound development process	39
E.2	Transformer no-load sound levels and magnetostriction strain	39
E.3	Vibration levels characterizing magnetostriction strain	40
E.4	Determination of vibration levels	41
E.4.1	General	41
E.4.2	Velocity levels	41
E.4.3	Acceleration levels	42
E.4.4	Reproducibility of the measurements of the velocity level and the acceleration level values.....	43
Bibliography.....		44
Figure 1 – Illustrations of butterfly loop, peak-to-peak value and zero-to-peak value		8
Figure 2 – Schematic diagram of a test apparatus (cross-sectional).....		9
Figure 3 – Schematic diagram of test frames with different types of yoke.....		13
Dimensions in millimetres		14
Figure 4 – Cross-section of the winding former and the bridge (schematic)		14
Figure 5 – Fundamental circuit of the measurement system		19
Figure A.1 – Butterfly loop of a high permeability grain-oriented electrical steel sheet cut perpendicular to the rolling direction [3].....		32
Figure B.1 – Schematic diagram of a test apparatus for the measurement under an externally applied compressive stress (cross-sectional)		33
Table E.1 – A-weighting coefficients at a magnetizing frequency of 50 Hz		42
Table E.2 – A-weighting coefficients at a magnetizing frequency of 60 Hz		42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –**Part 17: Methods of measurement of the magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester and an optical sensor**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60404-17 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
68/685/CDV	68/692/RVC

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available

at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60404 series, published under the general title *Magnetic materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This document provides standard methods to measure the magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel strip and sheet under an applied AC magnetic field at 50 Hz or 60 Hz. The technical details are specified after intense considerations among magnetostriction experts, so that a satisfactory reproducibility of the measurement can be expected. The measurement requires detections of tiny vibrations of the test specimen at a resolution of 0,01 μm or better. In order to meet this challenging condition, not only the magnetic aspects, but also mechanical aspects of the test apparatus, e.g. the influence of friction, Maxwell forces, resonance and external vibrations, had to be specified.

The methods to determine magnetostriction characteristics of the butterfly loop, the peak-to-peak and zero-to-peak values of magnetostriction strain are specified in this document. Subsidiary characteristics of the velocity levels and the acceleration levels are described in Annex E.

The technical report IEC TR 62581:2010 [1]¹ reviewed the methods of measurement of the magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel by means of a single sheet tester. Various methods have been used for the measurement of the change in length of the various test specimens. However, for methods using sensors in contact with the test specimen, it is difficult to avoid measurement offsets associated with the contact methods. Moreover, the methods require special skills to be used in order to carry out the measurements. Therefore, this document provides methods using an optical sensor, namely a laser Doppler vibrometer, which fulfils the requirements of non-contact, high resolution and high reproducibility of measurements.

It is well known that mechanical stress in grain-oriented electrical steel has a strong influence on magnetostriction [1]. Grain-oriented electrical steel has a particular behaviour with regards to its sensitivity to compressive stress along the rolling direction compared to other kinds of electrical steels. It depends on the degree of grain-orientation of the material and the level of tensile stress in the material applied by surface coatings. Methods of measurement under an externally applied compressive stress are described in Annex B.

International round robin comparisons of the magnetostriction measurements have been carried out repeatedly by reducing the range of methods [2], [3], [4]. The reproducibility of the measurement was characterized by a relative standard deviation of more than 20 % when various methods were allowed. It became less than 2 % when test apparatuses following the principles described in this document were used for the assessment of grain-oriented electrical steel sheets cut along the rolling direction under the condition of a peak magnetic polarization of 1,7 T and a magnetizing frequency of 50 Hz.

¹ Numbers in square bracket refer to the Bibliography.

MAGNETIC MATERIALS –

Part 17: Methods of measurement of the magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester and an optical sensor

1 Scope

This part of IEC 60404 is applicable to grain-oriented electrical steel strip and sheet specified in IEC 60404-8-7 for the measurement of magnetostriction characteristics under an applied AC magnetic field at 50 Hz or 60 Hz.

This document defines the general principles and technical details of the measurement of magnetostriction characteristics of grain-oriented electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester and an optical sensor.

NOTE 1 The accelerometer method [5] is also an established method for the measurement of magnetostriction. However, it is more suited to the measurement of magnetostriction under an externally applied tensile or compressive stress, not zero stress, because it places a weight on the test specimen to prevent a deformation of the test specimen. Since this document includes the measurement at zero stress, the optical sensor method is provided as the optimum method.

This document is applicable to the measurement of:

- the butterfly loop;
- the peak-to-peak value λ_{p-p} ;
- the zero-to-peak value λ_{0-p} .

The magnetostriction characteristics are determined for a sinusoidal induced secondary voltage, for a specified peak value of the magnetic polarization and at a specified magnetizing frequency.

NOTE 2 Throughout this document the term “magnetic polarization” is used as described in IEC 60050-121:1998, 121-11-54. In some standards of the IEC 60404 series, the term “magnetic flux density” is used.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-103, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 103: Mathematics – Functions* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-121, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-221, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 221: Magnetic materials and components* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-801, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 801: Acoustics and electroacoustics* (available at www.electropedia.org)

IEC 60404-8-7, *Magnetic materials – Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state*

IEC 61672-1:2013, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
INTRODUCTION.....	50
1 Domaine d'application	51
2 Références normatives	51
3 Termes et définitions	52
4 Principes généraux.....	53
4.1 Principe de la méthode	53
4.2 Éprouvette d'essai	56
4.3 Appareillage d'essai.....	56
4.3.1 Généralités	56
4.3.2 Culasse	56
4.3.3 Enroulements	58
4.3.4 Pont.....	59
4.3.5 Capteur optique	60
4.3.6 Cible optique	61
4.3.7 Fixation	61
4.3.8 Butée de fin de course.....	62
4.3.9 Plaque de verre plane.....	62
4.4 Compensation du flux d'air.....	62
4.5 Alimentation électrique.....	63
4.6 Instruments de mesure	63
5 Procédure de mesure	65
5.1 Principe de mesure	65
5.2 Préparation du mesurage.....	66
5.3 Réglage de l'alimentation électrique.....	67
6 Détermination des caractéristiques	67
6.1 Détermination de la polarisation magnétique $J(t)$	67
6.2 Détermination de la déformation de magnétostriction $\lambda(t)$	68
6.3 Détermination de la boucle papillon	68
6.4 Détermination de la valeur de crête à crête λ_{p-p} et de la valeur zéro à crête λ_{0-p}	68
7 Reproductibilité du mesurage de la valeur de crête à crête λ_{p-p}	69
8 Rapport d'essai	69
Annexe A (normative) Exigences de l'appareillage d'essai pour le mesurage des caractéristiques de magnétostriction	70
A.1 Généralités	70
A.2 Réglage correct de la longueur de base du mesurage de magnétostriction	70
A.3 Contrôle strict de la polarisation magnétique sinusoïdale	71
A.4 Isolation de l'appareillage d'essai contre les bruits externes	72
A.5 Contrôle de la force de frottement qui s'exerce sur l'éprouvette d'essai	73
A.6 Suppression des vibrations hors plan de l'éprouvette d'essai.....	75
A.7 Évitement des résonances dans l'éprouvette d'essai et l'appareillage d'essai	75
A.8 Étalonnage et vérification de l'appareillage d'essai	76
Annexe B (informative) Mesurages des caractéristiques de magnétostriction sous une contrainte de compression externe	80
B.1 Généralités	80

B.2	Éprouvette d'essai	80
B.3	Appareillage d'essai.....	80
B.4	Procédure de mesure.....	81
B.5	Détermination des caractéristiques	82
Annexe C (informative) Compensation du flux d'air par des moyens numériques		83
Annexe D (informative) Contrôle de la forme d'onde sinusoïdale de la tension secondaire induite par des moyens numériques		84
Annexe E (informative) Caractéristiques de magnétostriction pour la conception acoustique des transformateurs de puissance.....		86
E.1	Processus de développement du bruit/son à vide des transformateurs.....	86
E.2	Niveaux acoustiques à vide des transformateurs et déformation de magnétostriction	86
E.3	Niveaux de vibrations caractéristiques de la déformation de magnétostriction.....	87
E.4	Détermination des niveaux de vibrations	88
E.4.1	Généralités	88
E.4.2	Niveaux de vitesse	88
E.4.3	Niveaux d'accélération.....	90
E.4.4	Reproductibilité des mesurages des valeurs du niveau de vitesse et du niveau d'accélération	91
Bibliographie.....		92
Figure 1 – Représentations de la boucle papillon, de la valeur de crête à crête et de la valeur zéro à crête		52
Figure 2 – Schéma d'un appareillage d'essai (section).....		54
Figure 3 – Schéma des bâtis d'essai avec différents types de culasse		57
Figure 4 – Section du support d'enroulement et du pont (schéma)		58
Figure 5 – Circuit fondamental du système de mesure		64
Figure A.1 – Boucle papillon d'une tôle magnétique à grains orientés à haute perméabilité découpée perpendiculairement à la direction de laminage [3]		78
Figure B.1 – Schéma d'un appareillage d'essai de mesure sous contrainte de compression externe (section)		80
Tableau E.1 – Coefficients de pondération A à une fréquence magnétisante de 50 Hz.....		89
Tableau E.2 – Coefficients de pondération A à une fréquence magnétisante de 60 Hz.....		90

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 17: Méthodes de mesure des caractéristiques de magnétostriction des bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés au moyen d'un essai sur tôle unique et d'un capteur optique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60404-17 a été établie par le comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
68/685/CDV	68/692/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous <http://www.iec.ch/standardsdev/publications>.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60404, publiées sous le titre général *Matériaux magnétiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Le présent document fournit des méthodes normalisées de mesure des caractéristiques de magnétostriction des bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés sous un champ magnétique appliqué alternatif à une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz. Les détails techniques de ces méthodes sont spécifiés après d'intenses réflexions parmi les spécialistes en magnétostriction, de manière à pouvoir prévoir une reproductibilité satisfaisante des mesurages effectués. Les mesurages exigent de détecter les minuscules vibrations de l'éprouvette d'essai à une résolution de 0,01 μm ou meilleure. Pour satisfaire à cet enjeu, non seulement les aspects magnétiques, mais également les aspects mécaniques de l'appareil d'essai, par exemple l'influence du frottement, les forces de Maxwell, la résonance et les vibrations externes, devaient être définis.

Le présent document spécifie les méthodes qui permettent de déterminer les caractéristiques de magnétostriction de la boucle papillon, ainsi que les valeurs de crête à crête et les valeurs de zéro à crête de la déformation de magnétostriction. Les caractéristiques complémentaires des niveaux de vitesse et des niveaux d'accélération sont décrites à l'Annexe E.

Le rapport technique IEC TR 62581:2010 [1]¹ a examiné les méthodes de mesure des caractéristiques de magnétostriction des tôles magnétiques à grains orientés au moyen d'un essai sur tôle unique. Différentes méthodes de mesure de la variation de longueur de différentes éprouvettes d'essai ont été utilisées. Toutefois, dans le cas des méthodes qui utilisent des capteurs en contact avec l'éprouvette d'essai, les décalages de mesure associés aux méthodes de contact sont difficiles à éviter. En outre, l'utilisation des méthodes exige des compétences particulières pour effectuer les mesurages. Par conséquent, le présent document spécifie des méthodes qui utilisent un capteur optique, à savoir un vibromètre Doppler à laser, qui satisfait aux exigences de non-contact, de haute résolution et de haute reproductibilité des mesurages.

Il est clairement établi qu'une contrainte mécanique exercée sur les tôles magnétiques à grains orientés influe fortement sur la magnétostriction [1]. Les tôles magnétiques à grains orientés ont un comportement particulier par rapport à leur sensibilité à une contrainte de compression dans la direction du laminage, par comparaison avec d'autres types de tôles magnétiques. Ce comportement dépend du degré d'orientation des grains du matériau et du niveau de contrainte de traction dans le matériau appliquée par les revêtements de surface. Les méthodes de mesure sous une contrainte de compression externe sont décrites à l'Annexe B.

Des comparaisons interlaboratoires internationales des mesurages de magnétostriction ont été effectuées de manière répétée en réduisant l'étendue des méthodes [2], [3], [4]. Un écart-type relatif de plus de 20 % a été obtenu pour la reproductibilité des mesurages lorsque différentes méthodes ont été admises. Cet écart est inférieur à 2 % lorsque des appareils d'essai qui observent les principes décrits dans le présent document ont été utilisés pour évaluer les tôles magnétiques à grains orientés découpées dans la direction du laminage dans des conditions de polarisation magnétique maximale de 1,7 T et de fréquence magnétisante de 50 Hz.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 17: Méthodes de mesure des caractéristiques de magnétostriction des bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés au moyen d'un essai sur tôle unique et d'un capteur optique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60404 est applicable aux bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés spécifiées dans l'IEC 60404-8-7 pour le mesurage des caractéristiques de magnétostriction sous un champ magnétique appliqué alternatif à une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz.

Le présent document définit les principes généraux et les détails techniques de mesure des caractéristiques de magnétostriction des bandes et tôles magnétiques en acier à grains orientés au moyen d'un essai sur tôle unique et d'un capteur optique.

NOTE 1 La méthode de l'accéléromètre [5] constitue également une méthode établie de mesure de la magnétostriction. Toutefois, elle est plus adaptée au mesurage de la magnétostriction sous une contrainte de traction ou de compression externe, et non une contrainte nulle, parce qu'elle dispose un poids sur l'éprouvette d'essai afin d'éviter que celle-ci ne soit déformée. Étant donné que le présent document inclut un mesurage en l'absence de contrainte, la méthode par capteur optique est fournie comme méthode optimale.

Le présent document est applicable au mesurage:

- de la boucle papillon;
- de la valeur de crête à crête λ_{p-p} ;
- de la valeur zéro à crête λ_{0-p} .

Les caractéristiques de magnétostriction sont déterminées pour une tension secondaire induite sinusoïdale, pour une valeur crête définie de la polarisation magnétique et à une fréquence magnétisante définie.

NOTE 2 Le terme "polarisation magnétique" est employé tout au long du présent document tel qu'il est décrit dans l'IEC 60050-121:1998, 121-11-54. Certaines normes de la série IEC 60404 [6] emploient le terme "induction magnétique".

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-103, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 103: Mathématiques – Fonctions* (disponible sur www.electropedia.org)

IEC 60050-121, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 121: Électromagnétisme* (disponible sur www.electropedia.org)

IEC 60050-221, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques* (disponible sur www.electropedia.org)

IEC 60050-801, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique* (disponible sur www.electropedia.org)

IEC 60404-8-7, *Magnetic materials – Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state* (disponible en anglais seulement)

IEC 61672-1:2013, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*